

pH조절제 Sodium Malate Buffer의 첨가가 김치의 숙성에 미치는 효과

김순동 · 이신호

효성여자대학교 식품가공학과

Effect of Sodium Malate Buffer as pH Adjuster on the Fermentation of Kimchi

Soon-Dong Kim and Shin-Ho Lee

Dept. of Food Science and Technology, Hyosung Women's University, Hayang, 713-702, Korea

Abstract

The effect of sodium malate buffer(SMB) on the fermentation of Kimchi was investigated. Chemical and microbial changes were investigated during fermentation of Kimchi containing 0,2,4 and 6% salt at 25°C. The fermentation of lower salted Kimchi was faster than that of higher salted Kimchi. One percent addition of SMB, as pH adjuster, showed the retardation of Kimchi fermentation about 36 hours at 25°C. Due to the buffer action of SMB, the acidity was increased during the fermentation as concentration of SMB increased. The buffer action of SMB was increased during fermentation of Kimchi.

서 론

김치숙성중의 가장 중요한 변화의 하나는 미생물의 생육에 의한 산의 생성이며 이로인하여 김치 고유의 신맛을 띠게 된다. 그러나 산의 생성이 과다하게 되면 산패되어 식용이 불가능하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 보존료첨가¹⁻³⁾ 저장방법 개선⁴⁻⁸⁾에 관한 연구가 수행되어 왔다.

김치숙성에 가장 큰 영향을 미치는 인자는 소금의 농도와 온도⁹⁾로서 소금의 농도는 증가할수록 숙성이 억제되나 짠맛의 증가로 인하여 영양적가치나 기호성이 떨어지는 원인이 된다.

pH조절제는 초기발효의 pH를 조절하여 숙성을 촉진시키는 물론 완충작용으로 산의 일부를 흡수하여 가식기간을 연장시키는 보고가 있다.¹⁰⁾ 본 연구에서는 짠맛을 띄는 sodium malate buffer(SMB)를 사용함으로써 소금의 사용량을 줄이는 동시에 가식기간을 연장시키기 위한 방안을 모색하였다.

재료 및 방법

김치의 담금과 숙성

김치는 전보¹¹⁾에서와 같이 제조하였으며 소금의 농도별에 따른 숙성기간의 검토를 위하여 절임배추에 소금의 첨가량을 0,2,4,6%로 조절하여 25°C에서 숙성시켰다. Sodium Malate Buffer(SMB)의 첨가 효과를 검토하기 위하여 소금 2% 첨가를 대조구로 소금 2% 및 SMB를 각각 1,2,%씩 첨가한 것, 소금 4%를 첨가한 것으로 구분하여 속도를 비교하였다. SMB(pH 5.5)는 전보¹⁰⁾와 같이 조제하였다.

이화학적 및 미생물학적 변화

전보¹⁰⁾에서와 동일한 방법으로 측정하였다.

SMB의 완충능 측정

농도별로 조제된 SMB의 완충능은 100% acetic acid로 적정하여 pH 4.0이 될 때까지 소비된 ml수로 하였다.

짠맛역치의 조사

짠맛은 회석법에 의하여 조제한 각 용액을 선발된 관능요원 10명에 의해 맛을 전혀 느낄 수 없음 (0점), 짠맛을 약간 느낌(1점) 짠맛을 완전하게 느낄 수 있음(2점)으로 평가하여 평균치로 표시하였으며 25°C에서 맛을 느낄 수 있는 최저의 농도를 역치로 삼았다.

김치의 숙성도판정

박 등¹²⁾의 방법을 변형하여 선발된 10명의 관능요원에 의하여 매우시다(5점), 전혀시지않다(1점)의 5점 채점법으로 측정하였으며 점수가 높을수록 숙성도가 높은 것으로 나타내었다.

결과 및 고찰

소금농도가 김치의 숙성에 미치는 효과

소금의 농도별에 따른 김치의 숙성정도를 비교하기 위하여 절임배추에 소금을 0.2, 4.6%첨가하여 25°C에 숙성시키면서 그 숙도를 조사하였다. pH와 산도의 변화는 Fig. 1, 2에서 보는바와 같다. 소금의 첨가농도가 증가함에 따라 숙성중의 pH변화는 완만하였으며 숙성이 지연되는 경향을 나타내었다. 산도는 pH의 변화와 유사하였고 소금첨가 농도가 증가함에 따라 산생성이 억제되었다. 일반적으로 김치의 숙성이 가장 잘된 상태의 pH 4.2, 산도 0.6%⁹⁾를 기준으로 할 때 대조구는 숙성 2일째, 2%첨가는 숙성3일째, 4%첨가는 숙성 5일째, 6%첨가는 숙성 5일 이후에 이에 도달하여 소금 첨가 농도가 2%씩 증가함에 따라 김치의 숙성은 약 1일씩 지연되었다.

유산균의 변화는 Fig. 3에서 보는바와 같이 소금의 증가에 따라 성장이 다소 억제되는 경향을 나타내었다.

대조구와 2%첨가는 거의 비슷하였고 4%, 6% 첨가는 대조구에 비해 뚜렷한 억제 현상을 나타내었다. 대조구의 경우 숙성2일째 3.6×10^7 / ml, 숙성 3일째 2.6×10^8 / ml이었으나 2% 첨가구의 경우는 각각 6.8×10^6 / ml, 9.7×10^7 / ml이었으며 4%첨가의 경우는 각각 4.2×10^6 / ml, 5.2×10^7 / ml으로 저염쪽에서 숙성이 촉진된 민 등⁹⁾의 결과와 일치하였다.

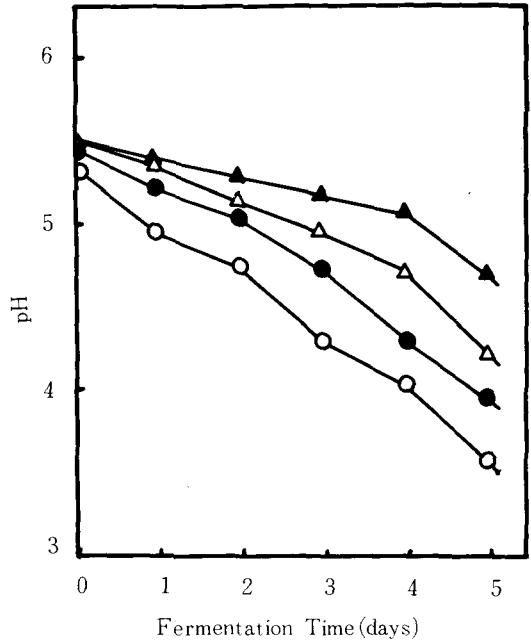


Fig. 1. Effect of salt concentration on pH changes of Kimchi during fermentation at 25°C

○-○ 0% ●-● 2%
 △-△ 4% ▲-▲ 6%

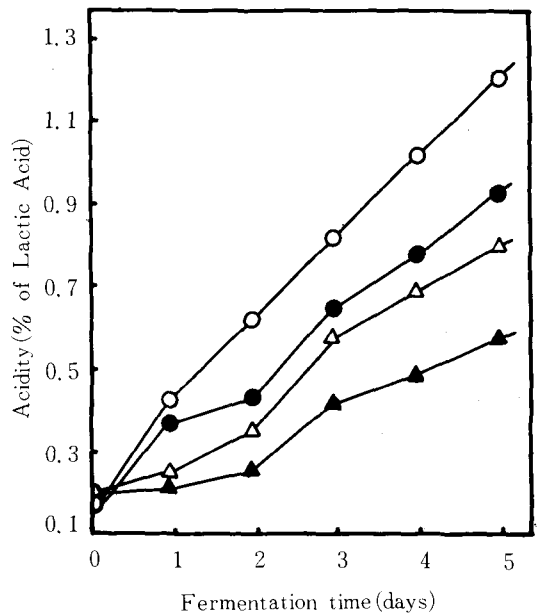


Fig. 2. Effect of salt concentration on acidity changes of Kimchi during fermentation at 25°C.

○-○ 0% ●-● 2%
 △-△ 4% ▲-▲ 6%

저염상태에서 김치의 가식기간 연장방법이 강구된다면 소금의 농도가 증가됨에 따라 가식기간은 더욱 연장될 것이라는 판단아래 대조구와 속성이 거의 비슷한 2%소금 첨가구를 이용 SMB의 첨가효과를 조사하였다.

SMB의 완충능과 짠맛역치

김치에 소금의 첨가량을 줄일경우 앞에서 본 바와 같이 유산균의 생육이 왕성하여 산도가 증가된다. 또 이로인해 속성이 과도하게 촉진되어 산패될

가능성이 높다. 그러므로 생성된 산의 일부를 완충용액으로 흡수시켜 가식기간을 연장시킬 목적으로 SMB를 첨가하고 그 속도를 조사하였다. 먼저 적정 첨가수준을 결정하기 위하여 Table 1과 같이 농도별로 조제한 SMB의 완충능을 조사한 결과는 Fig. 4에서 보는 바와 같다.

중류수의 경우는 acetic acid를 1~2 μg% 정도 가하여도 pH 4.0이하로 떨어졌으나 0.01M의 SMB의 0.7%, 0.1M의 경우는 5% 그리고 0.5M의 경우는 8%의 완충능을 나타내었다.

김¹²⁾은 sodium citrate buffer의 경우 sodium citrate의 첨가 비율이 citric acid에 비하여 높을 때는 산에 대한 완충능이 증가하였으며 sodium citrate 900 mg%와 citric acid 100mg%의 혼합용액(pH 6.0)의 완충능이 가장 양호하였고 acetic acid 0.1%를 첨가하였을때 pH 4.3이상을 유지하였다고 하였다.

김치는 적당히 숙성시킨후 저온에서 유통시켜야 하지만 유통기간중 상온에 노출되는 경우가 흔히 있고 이 경우 쉽게 산패될 위험성이 있다. 그러므로 산에 대한 약간의 완충능만 확보한다 하더라도 큰 효과를 얻을 수 있을 것이다. SMB의 적정농도는

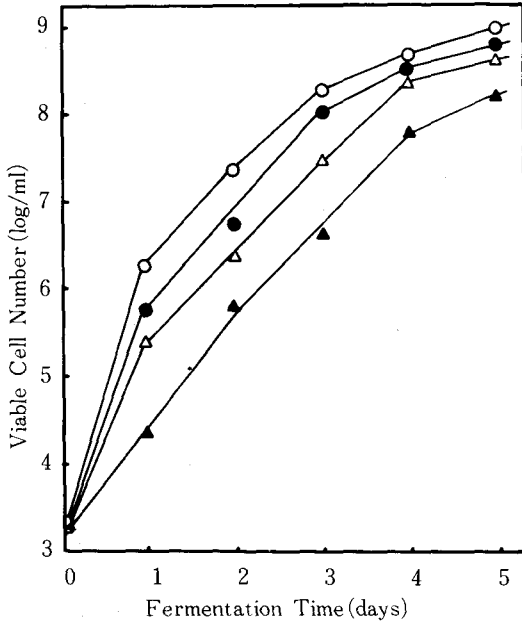


Fig. 3. Effect of salt concentration of lactic acid bacterial changes of Kimchi during fermentation at 25°C.

○-○ 0% ●-● 2%
△-△ 4% ▲-▲ 6%

Table 1. Compositions and concentrations of pH aduster (sodium malate buffer, pH 5.5)

Concentrations (M)	Compositions	
	Sodium malate (g / 100ml)	Malic acid (mg / 100ml)
1	17.80	985.80
5×10 ⁻¹	8.90	492.90
10 ⁻¹	1.78	98.58
10 ⁻²	0.18	16.10

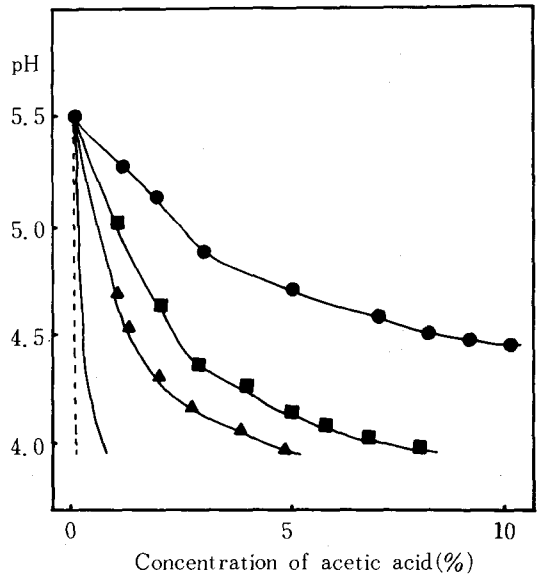


Fig. 4. Buffer ability of sodium malate buffer (pH 5.5)

----- distilled water
 ——— 10⁻²M ▲-▲ 10⁻¹M
 ■-■ 5×10⁻¹M ●-● 1M

Table 2. Comparison of threshold value between sodium chloride and sodium malate

Sodium chloride		Sodium malate	
Concentration (%)	Sensory score*	Concentration (%)	Sensory score*
0.58	2.00	1.78	2.00
0.29	2.00	0.89	1.98
0.14	1.67	0.44	1.68
0.07	0.33	0.18	0.20
0.05	0	0.10	0

*The score of salty taste : 0, tasteless ; 1, slightly salty ; 2, salty.

Fig. 4의 결과로 보아 $5 \times 10^{-2}M$ 이 가장 적합할 것으로 판단되었다.

SMB의 짠맛정도가 김치의 맛에 미칠 영향을 검토하기 위하여 짠맛역치를 조사한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 소금의 짠맛 역치는 25°C에서 0.07%로 평가 되었으며 sodium malate는 0.18%로 소금의 약 1/3에 해당 하였다.

pH 조정제를 이용한 김치의 숙성

완충능으로 평가된 적정 SMB의 농도는 $5 \times 10^{-2}M$ 이었고 %농도로 환산하면 약 1%가 된다. 이를 기준으로 소금 2%를 첨가한 김치를 대조구로 SMB 1%와 2% 첨가 및 소금 4% 첨가 김치를 25°C에서 숙성시키면서 숙도를 조사해 보았다.

pH의 변화(Fig. 5)는 숙성기간이 지남에 따라 SMB

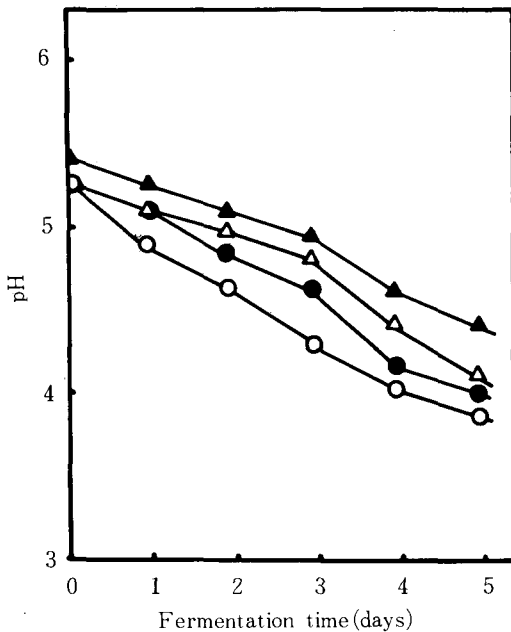


Fig. 5. Effect of sodium malate on pH changes of Kimchi during fermentation at 25°C.

- Control (2% salt)
- 4% salt
- △-△ 1% sodium malate (2% salt)
- ▲-▲ 2% sodium malate (2% salt)

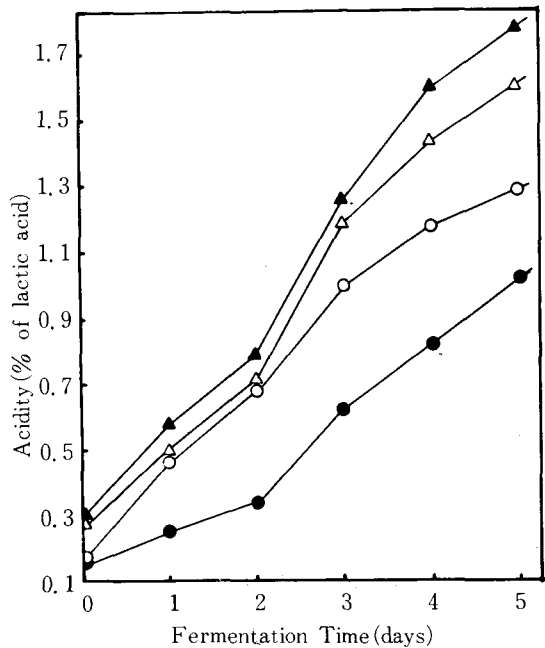


Fig. 6. Effect of sodium malate on acidity changes of Kimchi during fermentation at 25°C.

- Control
- 4% salt
- △-△ 1% sodium malate
- ▲-▲ 2% sodium malate

첨가에 의해 다소 지연되는 경향을 나타내어 각 처리구별 숙성 3일째 pH는 대조구가 4.35, SMB 1% 첨가구는 4.81, 2% 첨가구는 4.99, 4%소금 첨가구는 4.61로 SMB첨가에 의하여 김치의 숙성이 지연되는 경향을 나타내었다. SMB 1% 첨가김치가 소금 4%를 첨가하나 경우보다 숙성의 지연 효과는 큰것으로 판단되었다.

그러나 산도(Fig. 6)는 SMB를 첨가한 경우가 무첨가에 비해 급격히 증가하여 pH의 변화와 상반되는 결과를 나타내었다. 이는 김¹²⁾의 citrate buffer를 이용한 김치의 숙성에서 산도가 무첨가구에 비해 높았다는 결과와 일치한다. 이와같이 pH 조절제를 첨가한 경우 산도로써 숙성정도를 판단하기는 어려우므로 숙성에 따른 신맛의 변화에 대한 관능검사를 실시하였는바(Fig. 7) 숙성경과에 따른 신맛의 변화는 pH 결과에서와 같은 경향을 나타내었다. 산도의 증가가 완충능에 의한것인지를 조사하기위하여 배추즙에 SMB를 $5 \times 10^{-2}M$ 농도를 첨가하여 25°C에서 저장하면서 완충능을 조사한 결과 Fig. 8에서 보는 바와 같이 발효기간이 경과함에 따라 완충능에 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 따라서 숙성 3일이후 산도의 현저한 증가 현상은 SMB의 완충능

의 증가 현상에 기인된 것으로 판단된다. 김치의 숙성중 유산균의 변화는 Fig. 9에서 보는 바와 같이 숙성기간이 경과함에 따라 급격히 증가하는 경향을 나타내었으며 그 증가의 경향은 SMB첨가구가 무첨가보다 높았고 숙성3일 이후 대조구에서는 감소하는 반면 SMB첨가구의 경우는 3일째의 수준을 유지하였다. 이러한 현상은 pH가 대조구의 경우 4.0이하로 떨어져서 유산균의 생육이 저해된 반면 SMB첨가구에서는 4.2이상을 유지한 것과 관계가 있는 것으로 사료되며, SMB첨가 김치에서는 malo-lactic fermentation도 일어나는 것으로 보여진다.

김치의 숙성중 gram음성균의 변화는 Fig. 10에서 보는 바와 같이 초기에는 증가하였다가 그후 감소하는 경향을 나타내었고 SMB첨가는 무첨가에 비하여 급격한 감소현상을 나타내어 SMB첨가 김치에서 유산균의 생육이 촉진된 현상과 일치하였다. SMB첨가에 따른 김치의 숙성정도를 비교해 본 결과 SMB 1% 첨가는 소금 2% 첨가보다 약 36시간, 소금 4% 첨가보다 약 12시간 숙성이 지연되었다. 따라서 SMB의 사용으로 소금의 첨가량을 줄일 수 있고 가식기간을 연장시킬 수 있을 것으로 판단된다.

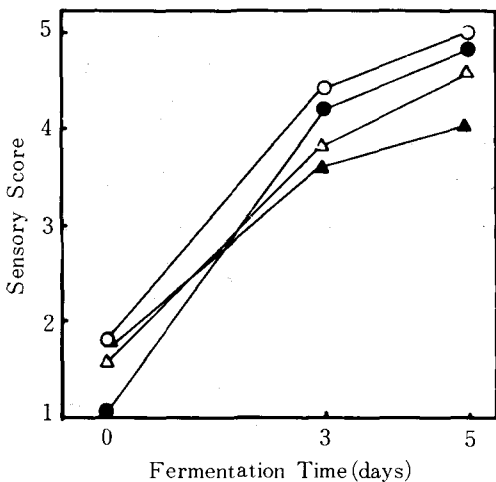


Fig. 7. Changes of sourness in various Kimchi during fermentation at 25°C.

(*sensory score; 1: not sour, 5: very sour)

- Control
- salt
- △-△ 1% sodium malate
- ▲-▲ 2% sodium malate

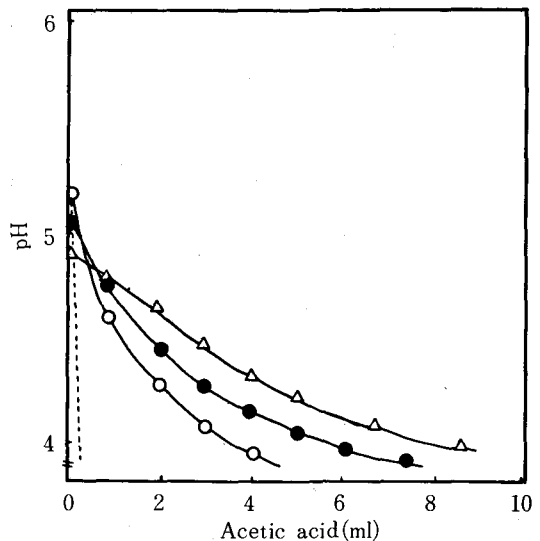


Fig. 8. Changes of buffer ability during fermentation

- Control
- First day
- Second day
- △-△ Fourth day

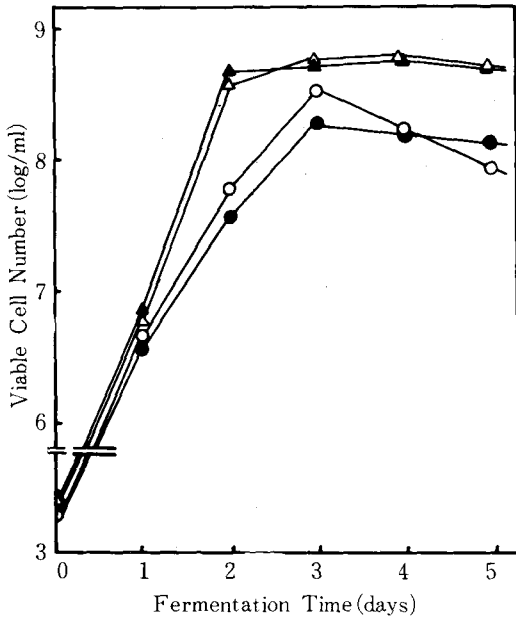


Fig. 9. Effect of sodium malate on lactic acid bacterial changes of Kimchi during fermentation at 25°C.

○-○ Control ●-● 4% salt
 △-△ 1% sodium malate
 ▲-▲ 2% sodium malate

요 약

pH조정제 sodium malate buffer(SMB)가 김치의 숙성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 소금농도별(0~6%) 및 SMB첨가농도별(1~2%)로 김치를 담그고 숙성중 질적변화를 조사하였다. 그결과 소금농도가 증가함에 따라 김치의 숙성이 지연되었고 SMB를 첨가한 경우 및 그 첨가농도가 높은 경우가 더욱더 숙성이 지연되었다. 산도는 SMB형 가구가 오히려 높았으나 관능검사결과 산미와 반비례하여 SMB 첨가에 의한 완충능에 기인된 것으로 판단되었으며 김치의 숙성이 진행됨에 따라 완충능은 더욱 증가하였다. 소금 2% 첨가김치에 SMB의 1% 첨가한 경우 2% 소금만을 첨가한 경우에 비해 25°C에서 약 36시간 숙성이 지연되었으며 소금 농도가 비교적 높은 4% 첨가 김치보다는 약 12시간 숙성이 지연되었다.

(본 연구는 1986년도 문교부 학술연구조성비 지원

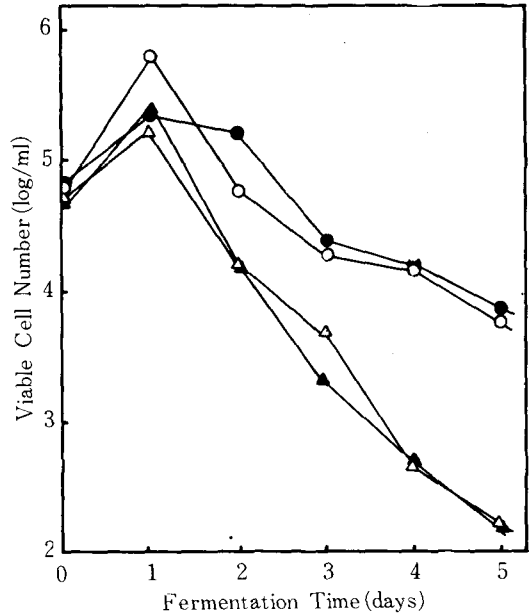


Fig. 10. Effect of sodium malate on gram negative bacterial changes of Kimchi during fermentation at 25°C.

○-○ Control ●-● 4% Salt
 △-△ 1% sodium malate
 ▲-▲ 2% sodium malate

에 의해 수행된 "저염김치의 속도 조절을 위한 종합적 연구"의 일부임)

문 헌

1. 송석훈·조재선·김관: 김치 보존에 관한 연구 (제1보) 김치 발효에 미치는 방부제의 영향에 관하여, 국방기술연구보고 5, 5(1966).
2. 조인석·이석연: 김치의 산패 방지법, 한국특허 31호(1968).
3. 권숙표·최건우: 김치의 산패 방지 보존법, 한국특허 305호(1967).
4. 김창식: 한국 김치의 저장에 관하여(제1보) 병조람, 경북대 논문집 2, 221(1958).
5. 이양희·양익환: 우리나라 김치오리 포장과 저장방법에 관한 연구, 한국 농화학 회지 13, 207(1970).
6. 이춘녕·김호식·전재근: 김치 통조림 제조에 관한 연구, 한국 농화학회지 10, 33(1968).
7. 김창식: Co⁶⁰의 α선 조사에 의한 한국김치의 저장, 원자력 연구 논문집 2, 139(1962).
8. 최신양·김영봉·구영조: 김치의 유통기간 연장

- 방법 연구, 김치의 포장과 저장, 식품연구 사업 보고서 13, 80(1986).
9. 민태익 · 권태완 : 김치 발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향, 한국식품 과학회지 16, 443 (1984).
 10. 김순동 : 김치 숙성에 미치는 pH 조정제의 영향, 한국영양식량학회지 14, 259(1985).
 11. 이신호 · 김순동 : 김치의 부재료가 김치의 숙성에 미치는 효과, 한국영양식량학회지 17, 249 (1988).
 12. 박경자 · 우순자 : Na-acetate 및 Na-malate와 K-sorbate가 김치 발효중 pH, 산도 및 산미에 미치는 효과, 한국식품과학회지 20, 40(1988).
(Received September 28, 1988)